

**ANALISIS SIFAT MEKANIS BETON MUTU TINGGI
DENGAN MEMANFAATKAN TEKNOLOGI
*HIGH VOLUME FLY ASH CONCRETE***

Tugas Akhir

untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1 Teknik Sipil



diajukan oleh :

TEGUH FAJAR PRIHANTORO
NIM : D 100 110 088

kepada:

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2015**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS SIFAT MEKANIS BETON MUTU TINGGI DENGAN MEMANFAATKAN TEKNOLOGI *HIGH VOLUME FLY ASH CONCRETE*

Tugas Akhir

diajukan dan dipertahankan pada ujian pendadaran
Tugas Akhir di hadapan Dewan Penguji
pada tanggal 17 Oktober 2015

diajukan oleh :

TEGUH FAJAR PRIHANTORO

NIM : D 100 110 088

Susunan Dewan Penguji:

Pembimbing Utama



Mochamad Solikin, S.T., M.T., PhD

NIK : 792

Pembimbing Pendamping



Budi Setiawan, S.T., M.T.

NIK : 785

Anggota



Ir. Aliem Sudjatmiko, M.T

NIP : 195906281987031001

Tugas Akhir ini diterima salah satunya persyaratan
untuk mencapai derajat S-1 Teknik Sipil
Surakarta, 17 Oktober 2015

Dekan Fakultas Teknik



Ir. Sri Sunarjono, M.T., PhD.

NIK : 682

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Mochamad Solikin, S.T., M.T., PhD

NIK : 792

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertandatangan di bawah ini

Nama : TEGUH FAJAR PRIHANTORO

NIM : D 100 110 088

Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Sipil

Judul : Analisis Sifat Mekanis Beton Mutu Tinggi Dengan

Memanfaatkan Teknologi *High Volume Fly Ash Concrete*

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa hasil penelitian ini merupakan hasil karya saya bersama Bapak Mochamad Solikin, S.T,M.T, Ph.D dan Budi Setiawan S.T,M.T. Berikut data-data yang dikumpulkan adalah data asli yang dikumpulkan selama penelitian. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Surakarta, 19 Oktober 2015

Yang membuat pernyataan



TEGUH FAJAR P

D 100 110 088

PRAKATA

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Assalamu' alaikum Wr. Wb.

Puji syukur Alhamdulillah selalu dipanjatkan kehadiran Allah SWT yang melimpahkan rahmat, taufiq dan hidayah-Nya kepada sekalian umat manusia, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi yang berjudul, “Analisis Sifat Mekanis Beton Mutu Tinggi Dengan Memanfaatkan Teknologi *High Volume Fly Ash Concrete*”. Penulisan skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik jenjang strata satu (S1) pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dalam penulisan skripsi ini penulis banyak banyak memperoleh bantuan dari berbagai pihak. Tanpa bimbingan, dorongan dan bantuan serta kerjasama yang baik dari berbagai pihak yang secara langsung atau tidak langsung, tidaklah mungkin skripsi ini dapat terselesaikan. Maka dengan penuh rasa hormat pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Mochamad Solikin, S.T., M.T., Ph.D selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Mochamad Solikin, S.T., M.T., Ph.D selaku dosen pembimbing I yang dengan kesabaran dan kebijaksanaan memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penulisan skripsi ini.
4. Bapak Budi Setiawan, S.T., M.T selaku dosen pembimbing II yang dengan kesabaran dan kebijaksanaan memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penulisan skripsi ini.
5. Bapak Ir. Aliem Sudjatmiko, MT selaku anggota tim penguji yang telah memberikan dorongan, arahan dan bimbingan.

6. Bapak Kuswartomo, S.T., M.T selaku Pembimbing Akademik yang selama ini telah bersedia memberikan arahan dan nasihat dengan sabar.
7. Bapak dan Ibu Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu, atas segala bimbingan dan curahan ilmu pengetahuan selama penulis menuntut ilmu perkuliahan.
8. Teman-temanku, angkatan 2011 yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu atas doa dan semangatnya. Semoga kita bisa dipertemukan lagi dan sukses untuk kita semua. Amin

Semoga semua pihak yang tersebut diatas memperoleh balasan kasih sayang dan kebaikan atas jasa yang telah mereka berikan kepada penulis. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah memberikan saran maupun kritik sehingga membangun penulis untuk memperluas wawasan untuk pembelajaran diri. Penulis berharap karya ini dapat memberi manfaat bagi penulis serta semua pihak yang membaca karya ini.

Wassalamu' alaikum Wr. Wb.

Surakarta,

Penulis

MOTTO

"Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada ALLAH SWT lah engkau berharap"

(QS. Al-Insyirah: 6-8)

"Kemajuan bukanlah semata-mata perbaikan dari masa silam, kemajuan adalah bergerak maju menuju masa depan"

(Kahlil Gibran)

"Aku akan berjalan bersama mereka yang berjalan. Karena aku tidak akan berdiri diam sebagai penonton yang menyaksikan perarakan berlalu"

(Kahlil Gibran)

"Hal paling menyenangkan di dunia adalah melakukan sesuatu, dimana orang mengatakan kamu tidak bisa"

(Walter Bagehot)

PERSEMBAHAN

Sebagai wujud rasa syukur kepada Allah SWT dan terimakasih atas segala rahmad-Nya yang telah Ia berikan, akan kupersembahkan karya sederhana ini dengan tulus kepada :

1. Bapak dan Ibu terimakasih atas doa, kasih sayang dan bimbingan selama ini. Nasihat dan petuah kalian akan selalu saya ingat. Maaf hanya bisa mengucapkan terimakasih. Anakmu ini akan tetap berusaha dan berdoa karena perjalanan untuk kedepannya masih panjang dan lebih sulit.
2. Kakakku Gunoto dan Rina Puji Lestasi terimakasih untuk dorongan semangat dan doanya, serta terimakasih untuk ponakanku tersayang Neza Eka Saputra yang telah menghibur dan menjadi semangatku selama ini.
3. Kekasihku Eni Susanti yang selalu memberi doa, semangat dan nasehatnya serta selalu menghiburku. Terimakasih atas semuanya.
4. Tri Mulyanto sebagai rekan tugas akhir. Terimakasih kerjasama dan bantuannya baik material maupun spiritual.
5. Teman-teman sipil 2011 (Danang Setyawan, Andi Yunanto, Ari achmad, Abdul Halid Tumcala, Pujiono Syukur, Saiful Bahri, Enji Putra) dan teman-teman lainnya yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu.
6. Keluarga Mahasiswa Teknik Sipil, yang telah memberikan pengalaman berorganisasi sehingga saya mampu menjadi pribadi yang lebih baik. Terimakasih atas semuanya.
7. Almamaterku. Terimakasih.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	iii
PRAKATA.....	iv
MOTTO	vi
PERSEMBAHAN	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	xv
ABSTRAKSI	xvi

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	3
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
E. Batasan Masalah.....	4
F. Hasil Penelitian yang Pernah Dilakukan.....	5

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Beton Mutu Tinggi.....	6
1. Faktor air semen	6
2. Kualitas agregat halus (pasir)	6
3. Kualitas agregat kasar (krikil)	7
4. Pengaruh <i>admixture</i> dan <i>additive</i> mineral dalam kadar yang tepat.....	7

B. <i>High Volume Fly Ash Concrete (HVFA)</i>	8
C. Campuran Beton Mutu Tinggi dengan Kandungan <i>Fly Ash</i> dan <i>Superplasticizer</i> yang Pernah Diujikan.....	8

BAB III LANDASAN TEORI

A. Beton.....	11
B. Bahan Penyusun Beton.....	11
1. Semen <i>portland</i>	11
2. Air.....	12
3. Agregat	13
a. Agregat kasar	13
b. Agregat halus	14
4. Bahan tambah	14
a. Bahan tambah kimia (<i>chemical admixture</i>)	14
b. Bahan tambah mineral (<i>additive</i>).....	16
C. Sifat dan Karakteristik Beton	18
1. Kuat tekan beton	18
2. Kuat lentur beton	18
3. Modulus elastisitas beton.....	19
4. Resapan air beton.....	21

BAB IV METODE PENELITIAN

A. Umum	23
B. Bahan Penelitian	23
1. Sement <i>portland</i> jenis PPC	23
2. Agregat halus (pasir).....	24
3. Agregat kasar (krikil).....	24
4. Abu terbang (<i>fly ash</i>)	24
5. Air	25
C. Peralatan Penelitian	25
1. Satu set ayakan	25

2. Penggetar ayakan	26
3. Timbangan	26
4. Kerucut <i>abram's</i>	27
5. <i>Concrete molen</i>	27
6. <i>Oven</i>	28
7. Alat <i>vakum</i>	28
8. Alat uji kuat tekan beton.....	30
9. Alat uji kuat lentur beton	30
10. Alat uji modulus elastisitas beton.....	31
11. Cetakan beton	31
12. Bak perendaman	32
13. Peralatan penunjang lain.....	32
D. Tahapan Penelitian	32

BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Agregat dan <i>Fly Ash</i>	36
1. Agregat halus	36
2. Agregat kasar	37
3. <i>Fly ash</i>	37
B. Proporsi Campuran Beton Mutu Tinggi.....	38
C. Sifat dan Karakteristik Mekanis Beton	39
1. Nilai <i>slump</i> dan <i>workability</i>	40
2. <i>Bleeding</i>	41
3. Kuat tekan beton	42
4. Kuat lentur beton	46
5. Modulus elastisitas beton.....	48
6. Resapan air beton.....	53

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan.....	55
B. Saran.....	56

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel III.1.	Komposisi senyawa utama semen <i>portland</i>	12
Tabel III.2.	Komposisi senyawa pembentuk semen <i>portland</i>	12
Tabel IV.1.	Tabel standar SNI dan ASTM pengujian.....	33
Tabel IV.2.	Tabel rencana pelaksanaan pengujian.....	34
Tabel V.1.	Hasil pemeriksaan agregat halus	36
Tabel V.2.	Hasil pemeriksaan agregat kasar	37
Tabel V.3.	Hasil pengujian kandungan kimia <i>fly ash</i>	38
Tabel V.4.	Proporsi campuran beton mutu tinggi untuk beton normal.....	39
Tabel V.5.	Proporsi campuran beton mutu tinggi untuk beton <i>HVFA</i>	39
Tabel V.6.	Hasil pengujian perkembangan kuat tekan beton.....	43
Tabel V.7.	Persentase perkembangan kuat tekan beton	45
Tabel V.8.	Hasil pengujian kuat lentur beton	46
Tabel V.9.	Hasil pengujian modulus elastisitas beton <i>HVFA</i>	50
Tabel V.10.	Hasil pengujian modulus elastisitas beton normal	51
Tabel V.11.	Hasil pengujian resapan air beton	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1.	Pengaruh kadar <i>superplasticizer</i> terhadap kuat tekan beton	9
Gambar II.2.	Pengaruh kadar <i>fly ash</i> terhadap kuat tekan beton	10
Gambar III.1.	Pengujian kuat tekan beton	18
Gambar III.2.	Pengujian kuat lentur beton.....	19
Gambar III.3.	Pengujian modulus elastisitas beton	21
Gambar IV.1.	Semen <i>portland</i>	23
Gambar IV.2.	Agregat halus (pasir)	24
Gambar IV.3.	Agregat kasar (krikil)	24
Gambar IV.4.	Abu terbang (<i>fly ash</i>).....	24
Gambar IV.5.	Air	25
Gambar IV.6.	Satu set ayakan	25
Gambar IV.7.	Alat penggetar ayakan.....	26
Gambar IV.8.	Timbangan.....	26
Gambar IV.9.	Kerucut <i>abran's</i>	27
Gambar IV.10.	<i>Concrete molen</i>	27
Gambar IV.11.	<i>Oven</i>	28
Gambar IV.12.	Tabung <i>desicator</i>	28
Gambar IV.13.	<i>Dial</i> indicator	29
Gambar IV.14.	Ember wadah air	29
Gambar IV.15.	Kompresor.....	30
Gambar IV.16.	Alat uji kuat tekan beton	30
Gambar IV.17.	Alat uji kuat lentur beton.....	30
Gambar IV.18.	Alat uji modulus elastisitas beton	31
Gambar IV.19.	<i>Bekesting</i> untuk benda uji	31
Gambar IV.20.	Bak perendaman.....	32
Gambar IV.21.	Bagan alir tahapan penelitian	35
Gambar V.1.	Pengujian nilai <i>slump</i>	41
Gambar V.2.	Terjadi <i>bleeding</i> pada saat penuangan beton	42
Gambar V.3.	Grafik hasil pengujian kuat tekan beton.....	44

Gambar V.4.	Pecahan benda uji setelah dilakukan pengujian kuat tekan beton	46
Gambar V.5.	Grafik hasil pengujian kuat lentur beton	47
Gambar V.6.	Pecahan benda uji setelah dilakukan pengujian kuat lentur beton	47
Gambar V.7.	Grafik hubungan regangan-tegangan beton F3-1	48
Gambar V.8.	Grafik hubungan regangan-tegangan beton F3-2	49
Gambar V.9.	Grafik hubungan regangan-tegangan beton N4-1	51
Gambar V.10.	Grafik perbandingan nilai modulus elastisitas beton	52
Gambar V.11.	Pengujian modulus elastisitas beton	53
Gambar V.12.	Grafik hasil pengujian resapan air beton	54
Gambar V.13.	Pengujian resapan air beton	54

DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

<i>HVFAC</i>	= <i>High Volume Fly Ash Concrete</i>
<i>Sp</i>	= <i>Superplasticizer</i>
<i>SNI</i>	= <i>Standard National Indonesia</i>
<i>ASTM</i>	= <i>American Standard Testing and Material</i>
<i>ACI</i>	= <i>American Concrete Institute</i>
F'_c	= Kuat tekan beton (MPa)
F_{lt}	= Kuat lentur beton (MPa)
E_c	= Modulus elastisitas beton (MPa)
ε	= Regangan
σ	= Tegangan (MPa)
N1	= Benda uji kubus untuk pengujian kuat tekan beton normal
N2	= Benda uji balok untuk pengujian kuat lentur beton normal
N3	= Benda uji silinder untuk pengujian modulus elastisitas beton normal
N4	= Benda uji silinder untuk pengujian resapan air beton normal
F1	= Benda uji kubus untuk pengujian kuat tekan beton <i>HVFA</i>
F2	= Benda uji balok untuk pengujian kuat lentur beton <i>HVFA</i>
F3	= Benda uji silinder untuk pengujian modulus elastisitas beton <i>HVFA</i>
F4	= Benda uji silinder untuk pengujian resapan air beton <i>HVFA</i>

ABSTRAKSI

ANALISIS SIFAT MEKANIS BETON MUTU TINGGI DENGAN MEMANFAATKAN TEKNOLOGI *HIGH VOLUME FLY ASH CONCRETE*

Teknologi beton dari waktu ke waktu semakin mengalami perkembangan, hal ini dilakukan untuk meningkatkan kualitas beton yaitu agar diperoleh kekuatan dan *durability* yang tinggi. Penelitian ini dimaksudkan untuk memperoleh beton mutu tinggi dengan memanfaatkan *fly ash* sebagai bahan untuk menggantikan semen sampai 50% (*high volume fly ash concrete*). Penelitian ini dilakukan dengan menguji perkembangan kuat tekan beton *high volume fly ash* pada umur 14 hari, 28 hari dan 56 hari, menguji kuat lentur beton *high volume fly ash* pada umur 56 hari, menguji nilai modulus elastisitas beton *high volume fly ash* pada umur 56 hari dan menguji nilai resapan air beton *high volume fly ash* pada umur 56 hari, serta sebagai pembanding yaitu pengujian beton tanpa campuran *fly ash* (beton normal). Kedua campuran tersebut menggunakan *fas* rendah sehingga digunakan *superplasticizer* sebanyak 1% untuk tercapai *workability* yang baik pada saat pencampuran. Mutu beton yang direncanakan adalah 45 Mpa menggunakan metode *ACI* dengan nilai *slump* ± 10 cm. Dari penelitian ini diperoleh bahwa kuat tekan untuk beton normal dan beton *HVFA* masing-masing adalah pada umur 14 hari sebesar: 37,9 Mpa dan 28,8 Mpa, pada umur 28 hari sebesar: 39,9 Mpa dan 39,4 Mpa, dan pada umur 56 hari sebesar: 41,6 Mpa dan 42,5 Mpa. Hasil pengujian kuat lentur untuk beton normal dan beton *HVFA* masing-masing adalah 8,8 MPa dan 8,6 MPa. Hasil pengujian modulus elastisitas beton untuk beton normal dan beton *HVFA* masing-masing adalah 34108 MPa dan 37726 MPa. Hasil pengujian resapan air beton untuk beton normal penyerapan air sebesar 1,745% dan untuk beton *HVFA* penyerapan air sebesar 1,431%. Dari data tersebut menunjukkan kuat tekan dan kuat lentur beton *HVFA* mempunyai nilai yang sebanding dengan beton normal pada umur 56 hari, nilai modulus elastisitas beton *HVFA* lebih besar dibandingkan beton normal dan resapan air beton *HVFA* lebih kecil dibandingkan beton normal.

Kata kunci: beton mutu tinggi; *high volume fly ash concrete*; sifat mekanis beton; *superplasticizer*.